

## Endourologie

# Interaktives multimediales Training

Die Fortschritte in der Urologie erfordern eine kontinuierliche Aus- und Fortbildung. Der „UroMentor“ ermöglicht ein realistisches Training endourologischer Verfahren. Die Wiederholbarkeit der Eingriffe und die Auswertungsfunktionen gewährleisten dabei eine Ausbildungsqualität auf hohem Niveau.

Um diagnostische und therapeutische endourologische Verfahren sicher und effektiv durchzuführen, benötigen Urologen eine intensive Ausbildung und lange praktische Erfahrung. Da die Trainingsmöglichkeiten am Patienten jedoch limitiert und mit Risiken verbunden sind, wurden verschiedene endourologische Modelle entwickelt (Tiermodelle, Ex-vivo-Organmodelle und synthetische Organe; 1–4). Die ersten Modelle wurden für das Training der transurethralen Prostataresektion und erst in zweiter Linie für die Ureterorenoskopie (URS) entwickelt (5, 6). Die Handhabung der Instrumente entspricht zwar weitgehend der klinischen Situation, dennoch ist die Übertragbarkeit in die Klinik begrenzt, da beispielsweise sensorische Rückmeldungen, Blutungen oder Röntgenkontrollen fehlen. Besonders die synthetischen Modelle für den oberen Harntrakt sind ungeeignet. Deshalb gibt es speziell für diesen Anwendungsbereich verschiedene Neuentwicklungen (7).

Die Fortschritte in der 3-D-Computertechnik ermöglichen eine computerbasierende Umsetzung eines solchen Simulators. Der erste digitale interaktive Simulator, der 1999 für die transurethrale Prostataresektion entwickelt wurde (8), eignete sich jedoch nicht für

andere endoskopische Verfahren. Darüber hinaus waren eine Darstellung in Echtzeit und taktile Feedbacks nicht implementiert. Das Ziel der Verfasser war es somit, einen Computersimulator zu entwickeln und zu erproben, der eine wirklichkeitsgetreue Umsetzung der rigiden und flexiblen Zystoskopie und Ureterorenoskopie ermöglicht.

### Material und Methoden

Der gemeinsam mit der Firma Symbionix (Tel Hashomer, Israel) entwickelte Simulator basiert auf einem Intel Pentium-Computer. Kern des Softwaresystems ist die in der Programmiersprache C++ verfasste Visualisierungs-Engine SVE, die eine Simulation in Echtzeit ermöglicht und sowohl zu Microsofts DirectX als auch zu OpenGL-Plattformen kompatibel ist. SVE stellt sämtliche notwendigen Grafikprozeduren zur Verfügung, wie Rendering, Kollisionserkennung, Mapping und Spezialeffekte (zum Beispiel Blut, Rauch, Steinfragmente). Auf einem Operationstisch ist ein Torso unterhalb eines Monitors platziert, der das endoskopische und röntgenologische Bild darstellt (Foto). Am Arbeitsplatz sind sowohl ein rigides als auch ein flexibles Zystoskop und ein Ureterorenoskop verfügbar.

Instrumente und Durchleuchtungsfunktion kann der Anwender – analog zur klinischen Situation – mittels Fußschaltern anwählen. Folgende virtuelle Instrumente und intrakorporale Lithotripsie-Sonden sind vorhanden: Führungsdrähte, Körbchen, Zangen,

Biopsiezangen, Laser-, Lithoclast-, EHL-Sonden, Stents und Dilatatoren.

Um die endoskopischen Texturen des Harntrakts zu erstellen, wurden Videobänder von endoskopischen Eingriffen ausgewertet. Die gesamten Daten dieser Bänder, zusammen mit Informationen aus CT- und MRT-Scans, wurden digitalisiert und in die Simulation integriert. Die Echtzeitsimulation basiert auf einem dreidimensionalen geometrischen Modell. Hierzu speichert der PC über Sensoren sämtliche Informationen über Endoskop-Position und -Bewegung. Seit August 2000 wurde der „UroMentor“ bei sieben internen endourologischen Workshops und einem internationalen Stein-Meeting in Mannheim vorgestellt. Darüber hinaus haben internationale endourologische Experten den Simulator in

Livedemonstrationen für Lehr- und Trainingszwecke eingesetzt. Während dieser Zeit wurde das System kontinuierlich weiterentwickelt.

### Ergebnisse

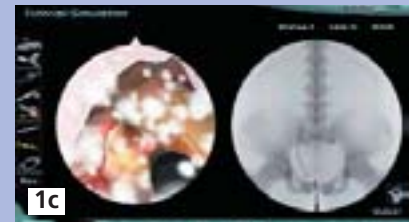
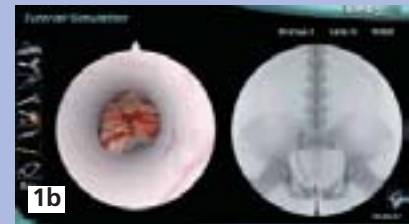
Der „UroMentor“ ermöglicht die Simulation von zystoskopischen und ureterorenoskopischen Eingriffen mit starren und mit flexiblen Instrumenten. Während des Prozesses kann der Anwender sowohl endoskopische als auch röntgenologische

Kontrollen in Echtzeit durchführen. Weiterhin ist eine retrograde Injektion von Kontrastmittel zur Hohlsystemdarstellung unter Durchleuchtungssimulation möglich. Über den Simulator kann sich der Anwender mit der großen Anzahl endourologischer Ins-



**Darstellung des Simulators mit Modell, Monitor und Computer**

Foto: Universität Mannheim



**Abbildungen 1 a–d):** Möglichkeiten der endourologischen Simulation. Rechts dargestellt jeweils das endourologische Bild, links das Durchleuchtungsbild.

- a) Führungsdraht im Harnleiterostium,
- b) ureteroskopisches Bild im Harnleiter,
- c) Steindesintegration mittels Lasersonde,
- d) Fragmentextraktion mittels Dormiakörbchen.

trumente vertraut machen, indem er Untersuchungen oder Eingriffe in einer der Klinik vergleichbaren Weise durchführt. Hierzu zählen

- Zystoskopie,
- retrogrades Pyelogramm,
- Einlage eines Führungsdrahts unter Röntgenkontrolle,
- Einführen des Gerätes neben oder über den Führungsdraht,
- Steindesintegration mit verschiedenen Lithotriptersonden,
- Steinextraktion,
- Einlage eines Stents.

Somit lässt sich eine große Vielfalt von realistischen klinischen Fällen simulieren (Abbildungen 1 a–d), an deren Ende eine Performance-Analyse ausgegeben wird. Diese umfasst sämtliche relevanten Parameter, um eine Beurteilung der Trainingsleistung und eventuelle Verbesserungen zu ermöglichen. Sie bietet kategorisiert wesentlich mehr Informationen, als ein Lehrer in der klinischen Situation erfassen und reproduzieren könnte. Während der Trainings-

sitzungen haben sowohl erfahrene als auch angehende Endourologen bestätigt, dass der „UroMentor“ endourologische Prozeduren in Echtzeit mit einem hohen Maß an Realität abbildet. Das Modell ist für didaktische Zwecke ebenso wie zum Erlernen schwieriger endourologischer Verfahren gut geeignet. Die Trainingsteilnehmer gaben an, dass der Simulator gegenüber den bisherigen Trainingsmöglichkeiten am Kadaverorgan oder Silikonmodell (die ebenfalls eingesetzt wurden) erhebliche Vorteile hat. Erfahrene Urologen bestätigten, dass sie nach dem Training besser mit Komplikationen während endourologischer Eingriffe zurechtkamen.

## Diskussion

Endourologie gehört zu den am schwierigsten erlernbaren operativen Techniken. Die Komplikationsrate, auch in erfahrenen Händen, hängt signifikant von der Frequenz der Eingriffe und den Fähigkeiten des Operateurs ab. In der

Vergangenheit war es nicht möglich, mittels Simulationstechnologie eine Alternative zu schaffen. Junge Ärzte waren gezwungen, sich durch Üben an wenig wirklichkeitsgerechten Modellen die jeweiligen Techniken anzueignen (9, 10).

Der „UroMentor“ ist im Gegensatz zu den bisherigen Simulatorsystemen eine modulare und kosteneffektive Lösung für verschiedene endoskopische Eingriffe. Zwar kann die individuelle Erfahrung am Patienten nicht komplett durch ein Simulatortraining ersetzt werden. Dennoch ist ein realistischer Simulator wichtig, sowohl, um erste Erfahrungen mit endoskopischen Verfahren zu sammeln, als auch um Techniken und Taktiken zu verfeinern. So können routinierte Untersucher im Rahmen eines Simulatortrainings beispielsweise Erfahrungen und Tricks ohne Zeitdruck an Assistenzärzte weitergeben. Ein weiterer Vorteil ist die Möglichkeit eines Teamtrainings mit Assistenzpersonal, da ein optimales Zusammenspiel zwischen Arzt und erfahrener Assistenz



## Fernbetreuung von Herzpatienten

■ Der Medizingerätehersteller Medtronic hat von der U.S. Food and Drug Administration (FDA) die Zulassung und das CE-Zeichen für das „CareLink“-Programmiergerät erhalten. Mit der Nutzung der Remote View Software, einer Telefonleitung und dem Programmiergerät können Anwender Programmiergerätedisplays von implantierbaren Herzschrittmachern, Defibrillatoren und Diagnosegeräten in Echtzeit an einen Spezialisten übertragen und sich mit diesem beraten. Dies ergänzt die Hauptfunktionen des Systems, die Bewertung gespeicherter Patienten- und Gerätedaten sowie die Programmierung der Gerätefunktionen.

Das CareLink-System ist etwas größer als ein Laptop und mit einem 15-Zoll-Bildschirm ausgestattet, der dreimal so leuchtstark wie der des Vorgängermodells ist. Um die Remote View-Möglichkeit mit dem Programmiergerät einzusetzen, muss die Software auf dem Computer installiert werden.

Medtronic bietet mit CareLink ein Gerät an, das sämtliche implantierbaren kardialen Therapie- und Diagnostiksysteme des Unternehmens unterstützt. Das sind rund 254 Modelle, die in den letzten 18 Jahren etwa zwei Millionen Patienten implantiert worden sind. Dazu gehören Geräte für eine Vielzahl von Erkrankungen, wie Bradykardie, Tachykardie, Herzinsuffizienz und Vorhofflimmern, aber auch Diagnosegeräte, wie der implantierbare EKG-Rekorder Reveal Plus und die implantierbaren Herzschrittmacher von Vitatron.

**Informationen:** Medtronic GmbH, Am Seestern 3, 40547 Düsseldorf, Telefon: 02 11/52 93-0, Internet: www.medtronic.de

### Literatur

1. Pirkmajer B, Leusch G: A bladder-prostate model on which to practice using transurethral resection instruments. *Urol A* 1977; 16: 336.
2. Habib HN, Berger J, Winter CC: Teaching transurethral surgery using a cow's udder. *J Urol* 1965; 93: 77.
3. Narwani KP, Reid EC: Teaching transurethral surgery using cadaver bladder. *J Urol* 1969; 101: 101.
4. Fiddian RV: A method of training in periurethral resection. *Brit J Urol* 1967; 39: 192-193.
5. Cervantes L, Keitzer WA: Endoscopic training in urology. *J Urol* 1960; 84: 585.
6. Trindale JC, Lauenschlager MF, de Araujo CG: Endoscopic surgery: a new teaching method. *J Urol* 1981; 126: 192.
7. Lardenois B, Clement T, Ziade A, Brandt B: Computer simulation of endoscopic resection of the prostate. *Ann Urol* 1990; 24: 519-523.
8. Ballaro A, Briggs T, Gracia-Montes F, Mac Donald D, Emberton M, Mundy AR: A Computer generated interactive transurethral prostatic resection simulator. *J Urol* 1999; 162: 1633-1635.
9. Oppenheimer P, Gupta A, Weghorst S, Sweet R, Porter J: The representation of blood flow in endourologic surgical simulations. *Stud Health Technol Inform.* 2001; 81: 365-371.
10. Strohmaier WL, Giese A: Porcine urinary tract as a training model for ureterorenoscopy. *Urol Int* 2001; 66: 30-32.

Voraussetzung für die erfolgreiche Durchführung endourologischer Verfahren ist.

Zu den größten Vorteilen dieser computerbasierenden Simulation zählen die Verringerung von Komplikationen, die Verkürzung von Operationszeiten und die Vermeidung von wiederholten Eingriffen bei Patienten. Außerdem wird, ähnlich wie bei der Pilotenausbildung an Flugsimulatoren, im

Rahmen der Qualitätssicherung ein kontinuierliches Monitoring der persönlichen Kompetenz möglich. Dies erleichtert es dem endourologisch tätigen Arzt, Bereiche zu erkennen, in denen eine Verbesserung notwendig ist.

Um den Simulator zu komplettieren, werden zurzeit weitere Verfahren implementiert. Neben TUR-Prostata und Blase gilt hier die größte Aufmerksamkeit der perkutanen Nephrolithotomie (PCNL). Weitere Untersuchungen finden im Rahmen einer prospektiven Studie zur Validierung des Systems statt. Darüber hinaus werden gemeinsam mit anderen Arbeitsgruppen Simulationssysteme zur Laparoskopie entwickelt.

**Maurice Stephan Michel,  
Thomas Knoll,  
Kai Uwe Köhrmann,  
Peter Alken**

**Anschrift für die Verfasser:** Dr. med. Maurice Stephan Michel, Urologische Klinik, Universitätsklinikum Mannheim, Theodor-Kutzer-Ufer, 68135 Mannheim, Telefon: 06 21/3 83-40 29, E-Mail: maurice-stephan.michel@uro.ma.uni-heidelberg.de

## Digitales Ultraschallsystem

■ Das „SonoHeart Elite“ ist ein digitales hoch auflösendes Ultraschallsystem mit vollständiger Funktionalität für die Echokardiographie. Das nur 2,6 kg schwere Gerät hat einen CW-Doppler (Continuous Wave), der über eine intuitiv zu bedienende Schnittstelle eine sensitive und genaue Beurteilung des Blutflusses ermöglicht. Das mobile Gerät zeichnet sich durch eine klare Bildgebung ohne Beeinträchtigung der Eindringtiefe oder feiner anatomischer Details aus und wurde im Hinblick auf die Schallkopf- und Signalverarbeitungstechnologie optimiert.

Das Gerät wird seit kurzem an der Abteilung für pädiatrische Kardiologie an der Albert-Ludwigs-Universität in Freiburg erfolgreich eingesetzt.



**WZ**

**Informationen:** SonoSite GmbH, Bismarckstraße 5, 91054 Erlangen, Telefon: 091 31/81 77 30, E-Mail: info@sonosite.de, Internet: www.sonosite.com

**WZ**